

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2002305332 A**

(43) Date of publication of application: **18.10.02**

(51) Int. Cl

H01L 41/107

(21) Application number: **2001108662**

(71) Applicant: **DAISHINKU CORP**

(22) Date of filing: **05.04.01**

(72) Inventor: **TSUJIHARA TOSHIJI**

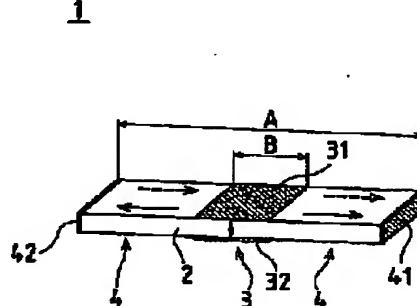
(54) PIEZOELECTRIC TRANSFORMER

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a configuration for achieving excellent efficiency and at the same time low heat generation even if high output power is required to a center-drive-type piezoelectric transformer.

SOLUTION: The piezoelectric transformer 1 has a drive section 3 that is formed at a center section in the longitudinal direction of a piezoelectric body 2 and has input electrodes 31 and 32, and heat generation sections 4 and 4 that are formed at both sides in the longitudinal direction of the piezoelectric body 2 to the drive section 3 and has output electrodes 41 and 42. In the piezoelectric transformer 1, the ratio of the length of the drive section 3 to entire length in the longitudinal direction of the piezoelectric body 2 is set to 0.1 or higher and less than 0.3, preferably 0.13 or higher and 0.27 or smaller.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO



(51) Int.Cl.
H 0 1 L 41/107

識別記号

F I
H 0 1 L 41/08テ-マコ-ト(参考)
A

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全7頁)

(21)出願番号

特願2001-106662(P2001-106662)

(22)出願日

平成13年4月5日 (2001.4.5)

(71)出願人

000149734

株式会社大真空

兵庫県加古川市平岡町新在家字鴻野1389番地

(72)発明者

辻原 利治

兵庫県加古川市平岡町新在家字鴻野1389番地

株式会社大真空内

(74)代理人

100075502

弁理士 倉内 義朗

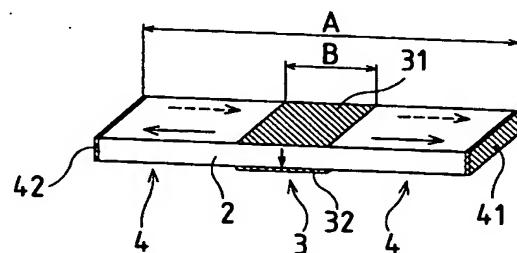
(54)【発明の名称】 圧電トランス

(57)【要約】

【課題】 中央駆動型の圧電トランスに対し、高い出力電力が要求される状況においても、高効率且つ低発熱を実現できる構成を提供する。

【解決手段】 圧電体2の長手方向の中央部に形成されて入力電極31, 32を有する駆動部3と、この駆動部3に対して圧電体2の長手方向の両側に形成されて出力電極41, 42を有する発電部4, 4とを備えた圧電トランス1に対し、圧電体2の長手方向の全長に対する駆動部3の長さ寸法の比を0.1以上0.3未満の範囲に、好ましくは0.13以上0.27以下の範囲に設定する。

1



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電体の長手方向の中央部に形成されて入力電極を有する駆動部と、この駆動部に対して圧電体の長手方向の両側に形成されて出力電極を有する発電部とを備えた圧電トランスにおいて、
上記圧電体の長手方向の全長に対する駆動部の長さ寸法の比が、0.1以上0.3未満の範囲に設定されていることを特徴とする圧電トランス。

【請求項2】 圧電体の長手方向の中央部に形成されて入力電極を有する駆動部と、この駆動部に対して圧電体の長手方向の両側に形成されて出力電極を有する発電部とを備えた圧電トランスにおいて、
上記圧電体の長手方向の全長に対する駆動部の長さ寸法の比が、0.13以上0.27以下の範囲に設定されていることを特徴とする圧電トランス。

【請求項3】 請求項1または2記載の圧電トランスにおいて、駆動部は圧電体と内部電極とが交互に積層されて構成されており、各内部電極は1層おきに個別の外部電極にそれぞれ接続されていることを特徴とする圧電トランス。

【請求項4】 請求項3記載の圧電トランスにおいて、外部電極の圧電体長手方向の寸法は、内部電極の圧電体長手方向の寸法と同一または内部電極の圧電体長手方向の寸法よりも短く設定されていることを特徴とする圧電トランス。

【請求項5】 請求項1～4のうち何れか一つに記載の圧電トランスにおいて、

駆動部の入力電極及び発電部の出力電極は、トランス側面部においてリード手段に接続されていることを特徴とする圧電トランス。

【請求項6】 請求項1～5のうち何れか一つに記載の圧電トランスにおいて、

圧電体端面に形成された出力電極が、この圧電体端面に近接する他の面まで延出されていることを特徴とする圧電トランス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば液晶ディスプレイのバックライト用インバータ等の高電圧発生装置に用いられる圧電トランスに係る。特に、本発明は、圧電トランスの高効率化及び低発熱化を図るための対策に関する。

【0002】

【従来の技術】 液晶ディスプレイのバックライト用インバータとしては、電磁式トランスよりもエネルギー密度が高く且つ構造が簡素で小型化が可能な圧電トランスの利用が進んでいる。この圧電トランスとして、例えば1956年に米国のC. A. Rosenが発表したローゼン型圧電トランスがある。図11は、このローゼン型圧電トランスの外観を示す斜視図である（本図では電極部分に斜線

を付している）。この圧電トランスは、板状の圧電セラミック素子（圧電体）aを備え、図中左半分の上下面には、入力電極b, cが形成されている。一方、セラミック素子aの図中右側端面に出力電極dが形成されている。また、図中に矢印で示すように、セラミック素子aの左半分の駆動部は厚み方向に、右半分の発電部は長手方向にそれぞれ分極処理が施されている。

【0003】 このような圧電トランスに対し、セラミック素子aの長さで決まる固有共振周波数の交流電圧を入力電極b, c間に印加すると、このセラミック素子aには長手方向に強い機械振動が生じる。これにより発電部では圧電効果により出力電極に電圧が得られる。また、この振動モードは、図12に示すように長手方向に半波長で共振する $\lambda/2$ モードと、一波長で共振する λ モード等がある。

【0004】 ところで、この種の圧電トランスを液晶ディスプレイのバックライト用インバータに適用した場合、駆動させる周波数が高いほど、インバータから冷陰極管などの放電管までの浮遊容量による漏れ電流が増加

するため、インバータの出力電流が全て放電管に流れていかず、逆に効率の低下を発生させる場合がある。このため、できるだけ駆動周波数を低くする必要がある。圧電セラミック素子の長さが同じであれば、 $\lambda/2$ モードの圧電セラミック素子の共振周波数は λ モードの約半分となる。つまり、 $\lambda/2$ モードで駆動させることによつて周波数を約半減させることができある。しかしながら、上述したローゼン型圧電トランスでは、実際には $\lambda/2$ モードでは応力が1カ所に集中するので発熱や破壊も中央部に集中し、許容出力電力が比較的小さく、また、昇圧比も低くなる等のことから、高い昇圧比が得られる λ モードが多用されているのが実情である。

【0005】 昇圧比を高く維持しながらも $\lambda/2$ モードでの駆動を可能にする圧電トランスとして、例えば特開平9-74236号公報に開示されている中央駆動型の圧電トランス1を示す。この図1に示すように、一般的な中央駆動型の圧電トランス1は、圧電セラミック素子2の長手方向の中央部に形成されて入力電極31, 32を有する駆動部3と、この駆動部3に対して圧電セラミック素子2の長手方向の両側に形成されて出力電極41, 42を有する発電部4, 4とを備えている。また、駆動部3は圧電セラミック素子2の厚さ方向に分極され、発電部4は圧電セラミック素子2の長手方向に分極されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記中央駆動型の圧電トランスにあっては、十分な効率が得られず、また、発熱量が大きくなる場合があった。特に高い出力電力（例えば出力電力4W以上）を要求される用途に適用される場合に、発熱量が大きくなり（例えばそ

の発熱量が80deg以上）、また、効率もそれに伴い低下する。また、発熱により周辺機器への悪影響が懸念され、更には、インバータ自体の効率低下や（機器の（インバータ自体の））故障が懸念される。また、近年、環境保護・良化への取り組みが進むなかで、電子機器の低消費電力化も進んでいる。液晶パックライト点灯用インバータにおいては、高効率の圧電トランスを用いることにより、例えばノート型パソコンコンピュータのバッテリーの低消費電力化につながり、長寿命化に貢献することができる。各種モバイル機器のように、バッテリーを入力電圧源にしているものにあっては、低消費電力化（高効率化）を図ることで機器を使用できる時間の延長が図れ、また、バッテリーの長寿命化につながることになる。よって、圧電トランスにおいても高効率化への要求が高くなりつつある。

【0007】このため、高い出力電力が要求される状況であっても、効率が高く且つ発熱量を低く抑えることができる圧電トランスの提供がかねてより要求されている。

【0008】本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、上記中央駆動型の圧電トランスに対し、高い出力電力が要求される状況においても、高効率且つ低発熱を実現できる構成を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】一発明の概要一

上記の目的を達成するために、本発明は、中央駆動型の圧電トランスに対し、圧電体の長手方向の全長と駆動部の長さとの比を適切に設定することにより、高効率と低発熱とを実現できる素子を提供可能としたものである。

【0010】一解決手段一具体的には、圧電体の長手方向の中央部に形成されて入力電極を有する駆動部と、この駆動部に対して圧電体の長手方向の両側に形成されて出力電極を有する発電部とを備えた圧電トランスを前提とする。この圧電トランスに対し、圧電体の長手方向の全長に対する駆動部の長さ寸法の比を0.1以上0.3未満の範囲に設定している。また、この比の好ましい範囲としては、0.13以上0.27以下の範囲である。

【0011】このように圧電体の長手方向の全長に対する駆動部の長さ寸法の比を設定したことで、圧電トランスの効率の向上及び発熱量の低減を図ることができる。つまり、高い出力電力を要求される用途に適用される場合であっても実用性が十分に確保された圧電トランスを提供できる。以下、詳細に説明する。

【0012】上記数値範囲の意義として、上記比が0.1未満である場合またはこの比が0.3以上である場合には、効率が95%を下回ってしまう。特に、この比が0.1未満の場合には、比が小さくなるに従って効率が急激に低下していくことになる（図2参照）。また、この比を0.13以上0.27以下の範囲に設定すれば、

効率を97%以上の極めて高い値に維持することができる。また、上記比が0.1未満の場合またはこの比が0.3以上である場合には、圧電トランスの発熱量が極端に大きくなってしまう（図3参照）。また、この比を0.13以上0.27以下の範囲に設定すれば、圧電トランスの上昇温度を20deg以下に抑えることができ、実用性の極めて高い圧電トランスが提供できることになる。

【0013】圧電トランスの具体構成として、上記駆動部は圧電体と内部電極とが交互に積層されて構成されており、各内部電極が1層おきに個別の外部電極にそれぞれ接続されている。

【0014】また、外部電極の圧電体長手方向の寸法を、内部電極の圧電体長手方向の寸法と同一または内部電極の圧電体長手方向の寸法よりも短く設定している。このように外部電極の圧電体長手方向の寸法を設定することで、分極時や駆動時における圧電体の割れの発生を回避することができ、圧電トランスの長寿命化が図れる。

【0015】また、駆動部の入力電極及び発電部の出力電極をトランス側面部においてリード手段に接続している。更に、圧電体端面に形成された出力電極が、この圧電体端面に近接する他の面まで延出されている。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0017】（第1実施形態）先ず、本発明における第1実施形態について図面を参照して説明する。本形態に係る圧電トランス1の外観を図1に示す。本図では電極部分に斜線を付している。この圧電トランス1は、セラミック材料より成る長板状の圧電体2の長手方向の中央に設けられた駆動部3と、この駆動部3に対して圧電体2の長手方向の両側に形成された発電部4、4とを備えている。

【0018】駆動部3は、上下面に入力電極31、32がそれぞれ形成されている。また、この駆動部3は図1に矢印で示すように圧電体2の厚さ方向に分極されている。一方、発電部4は、圧電体2の両端面に形成された出力電極41、42を備えている。また、この発電部4は図1に実線の矢印で示すように圧電体2の長手方向に分極されている。この分極方向は、駆動部3を挟んで互いに外側を向いた逆方向に限らず、互いに内側を向いた逆方向や、同一方向（図中に破線で示す矢印参照）であってもよい。上記各電極31、32、41、42は、銀または銀とパラジウムにより形成されている。この各電極31、32、41、42の材料はこれに限るものではない。

【0019】本圧電トランス1の特徴は、圧電体2の長手方向の全長（図1における寸法A）に対する駆動部3の長さ寸法（図1における寸法B）の比（B/A）が、

0.1以上0.3未満の範囲に設定されていることにある。以下、このように駆動部3の長さ寸法を設定した理由について説明する。

【0020】図2は、この種の圧電トランス1における駆動部3の長さと効率との関係を示すグラフである。本グラフは、横軸が圧電体2の長手方向の全長に対する駆動部3の長さの比であり、縦軸が効率である。このときの負荷条件は負荷抵抗100kΩ、負荷電流6.5mAである。

【0021】従来の一般的な圧電トランスのλ/2モード時の効率は92%程度である。これに対し、本形態に係る圧電トランス1にあっては、上記寸法比(B/A)が、0.1以上0.3未満の範囲に設定されていることにより、効率は95%以上となっている。このように、本形態における圧電トランス1は、その効率が従来の圧電トランスを上回っている。さらに、好ましくは、上記寸法比(B/A)を0.13以上0.27以下の範囲に設定する。これによれば、97%以上の高効率で出力を得ることができる。

【0022】図3は、この種の圧電トランス1における駆動部3の長さと発熱量との関係を示すグラフである。本グラフは、横軸が圧電体2の長手方向の全長に対する駆動部3の長さの比であり、縦軸が発熱量としての上昇温度(大気温度との差)である。このときの負荷条件も負荷抵抗100kΩ、負荷電流6.5mAである。

【0023】本形態に係る圧電トランス1にあっては、上記寸法比(B/A)が、0.1以上0.3未満の範囲に設定されていることにより、上昇温度は28deg以下となっている。さらに、好ましくは、上記寸法比(B/A)を0.13以上0.27以下の範囲に設定する。これによれば、上昇温度は20deg以下に抑えることができる。

【0024】以上のように、圧電体2の長手方向の全長に対する駆動部3の長さ寸法の比を適切に設定したことで、圧電トランス1の効率の向上及び発熱量の低減を図ることができる。これにより、低消費電力化を図ることが可能になって、バッテリーを入力電圧源としている機器に適用した場合のバッテリーの長寿命化を図ることができる。また、周辺機器への放熱による悪影響も低減され、機器の故障要因の削減を図ることもできる。その結果、比較的高い出力電力を要求される用途に適用される場合であっても実用性が十分に確保された圧電トランス1を提供することができる。

【0025】(第2実施形態) 次に、第2実施形態について図面を参照して説明する。本形態に係る圧電トランスは、入力電源として、バッテリ、特にその中でも低電圧(例えば9V程度の電圧)の入力電圧源のバッテリーなどからでも冷陰極管などの放電管を点灯できる積層型のものである。図4は本形態に係る積層型圧電トランス1の外観図である。図5は図4におけるV-V線に沿った

断面図である。図6は図4におけるVI-VI線に沿った断面図である。これら各図においても電極部分に斜線を付している。

【0026】本積層型圧電トランス1は、駆動部3において、圧電体21と内部電極33とが交互に積層されている。そして、各内部電極33, 33, …は1層おきに個別の外部電極34, 35にそれぞれ接続されている。具体的には、積層型圧電トランス1の上面から第1層、第3層、…といった奇数番目の層である内部電極33,

10 33, …(図4では破線で示している)は、図4における圧電体21の手前側の側面には臨んでおらず、奥側の側面にのみ臨んで、この奥側の側面(図6における左側の側面)に形成された外部電極34に接続されている。一方、積層型圧電トランス1の上面から第2層、第4層、…といった偶数番目の層である内部電極33, 33, …(図4では実線で示している)は、図4における圧電体21の奥側の側面には臨んでおらず、手前側の側面(図6における右側の側面)にのみ臨んで、この手前側の側面に形成された外部電極35に接続されている。

20 【0027】この構成により、第1実施形態の単板型圧電トランスに比べ昇圧比がおよそ積層数倍に増大することができるようになっている。また、本形態においても、圧電体2の長手方向の全長に対する駆動部3の長さ寸法の比は、第1実施形態のものと同様に設定されている。このため、本形態の積層型圧電トランス1によれば、圧電体2の長手方向の全長に対する駆動部3の長さ寸法の比を適切に設定したことによる高効率化と低発熱化とを図りながらも、積層型にしたことによる昇圧比の向上も図ることができる。

30 【0028】また、本形態に係る積層型圧電トランス1では、外部電極34, 35の圧電体長手方向の寸法は、内部電極33の圧電体長手方向の寸法と同一、または内部電極33の圧電体長手方向の寸法よりも短く設定されている。これにより、分極時や駆動時における圧電体2の割れの発生を回避することができ、圧電トランス1の長寿命化が図れるようになっている。

【0029】この積層型圧電トランス1の作製方法は、PZT系セラミックスのグリーンシートをドクターブレード法により作製し、このグリーンシート上の一部にスクリーン印刷法を用いて内部電極33を印刷し、このシートを積層圧着して、所望の寸法に切断する。その後、焼成し、一体化した(積層)圧電体2(図4を参照)を得る。次に、銀焼付け等により外部電極34, 35と出力電極41, 42とを形成し、各内部電極33, 33, …と各外部電極34, 35とを接続する。そして、駆動部3の厚み方向と発電部4の長手方向の分極処理を行い完成する。この分極方向も、上記第1実施形態の場合と同様に、駆動部3を挟んで互いに外側を向いた逆方向(図4に実線で示す矢印参照)に限らず、互いに内側を向いた逆方向や、同一方向(図4に破線で示す矢印参

50 50

照) であってもよい。

【0030】尚、本形態に係る積層型圧電トランス1では、駆動部3の最上部の層と最下部の層とが分極されていないダミー層となっているが、駆動部3の上下面に電極を設けてそれぞれを外部電極34、35と個別に接続することにより、ダミー層を無くすこともできる(図7に示す圧電トランス1を参照)。また、各内部電極33、33、…を圧電体2の側面(図6における左右両側の面)に臨ませ、積層型圧電トランス1の上面から奇数番目の層である内部電極33が一方の外部電極34に、偶数番目の層である内部電極33が他方の外部電極35にそれぞれ接続するように内部電極33を部分的に切り欠くようにしてもよい(図7に示す圧電トランス1を参照)。

【0031】次に、この積層型圧電トランス1のパッケージ基板への搭載動作について説明する。ここでは、上記ダミー層を有しない積層型圧電トランス1を採用した場合について説明する。また、本圧電トランス1としては、出力電極41、42が圧電体2の端面から上面まで延出されたものを採用している。図7は積層型圧電トランス1をパッケージ基板5に搭載する前の斜視図、図8は積層型圧電トランス1をパッケージ基板5に搭載した状態を示す平面図、図9は図8におけるIX矢視図、図10は図8におけるX-X線に沿った断面図である。

【0032】先ず、パッケージ基板の構成について説明する。図7に示すように、パッケージ基板5は、複数の側壁51、51、…を具備してなる側面略U字形状の樹脂製の絶縁材料からなり、本パッケージ基板5の収容面の中央部に枕部材52、52、…が形成されている。また、パッケージ基板5の長手方向の両端部には、出力電極用のリード手段としてのリードフレーム6、6が配置されるとともに、当該パッケージ基板5の短辺方向両端部分の中央には、入力電極用のリード手段としてのリードフレーム7、7が配置されている。これらリードフレーム6、7は可撓性バネ状の金属板をプレス加工等により折り曲げて形成されている。また、これら側壁51、枕部材52、リードフレーム6、7はモールド樹脂成形により一体的に形成されている。そして、リードフレーム6、7の一部がインナーリードフレームとしてパッケージ基板5の側端面から突出して上部に立ち上がり、パッケージ基板5の上面に露出しており、同リードフレーム6、7の一部が外部端子61、71としてパッケージ基板5の底面に露出している。

【0033】出力電極用のリードフレーム6は、パッケージ基板5の側端面から突出するとともに、パッケージ側端面に沿って立ち上る第1の弾性腕部と62と、この第1の弾性腕部62に連続して、パッケージ長手方向の一端側に向かって伸びる第2の弾性腕部63と、この第2の弾性腕部63に連続しパッケージ長手方向の端部にて短辺方向に延び、パッケージ中央部にて、その先端部

分64aが、圧電トランス1の長手方向側端面に接触するように、平面略S字状に折り曲げられるとともに、その折り曲げ部分が曲率を有するように構成されてなる第3の弾性腕部64とが形成されてなる。また、上記第3の弾性腕部64は、付け根部分から先端部分に向かってしだいに細くなるように構成されている。なお、上記第3の弾性腕部64の平面形状として、平面略S字状に限らず、半円型、楕円型、双曲線型、あるいはこれらに近似する形状であってもよい。

10 【0034】前記入力電極用のリードフレーム7は、パッケージ基板5の側端面から外部へ突出するとともに、パッケージ基板5の側端面に沿って立ち上る第1の弾性腕部72と、この第1の弾性腕部72に連続し、パッケージ基板5の短辺方向に伸び、側面略U字形状に屈曲されて、その屈曲部分73aが、圧電トランス1の短辺方向両側端面のほぼ中央部分に接触されるように構成された第2の弾性腕部73とが形成されてなる。

【0035】また、前記各リードフレーム6、7の第1の弾性腕部62、72とパッケージ基板5の側端面が接觸しないように、パッケージ基板5の側端面の一部には上部に向かうにしたがって第1の弾性腕部62、72と隔離するような面取り部53が形成されている。

【0036】そして、以上のように構成されたパッケージ基板5の収容面に前記圧電トランス1を、上記枕部材52に搭載し、接合材8(例えば、はんだ、樹脂接着剤等、好ましくは、弹性質を有する接着剤)を介して機械的に接合するとともに、圧電トランス1の外部電極34、35に入力電極用リードフレーム7の屈曲部分73a、73aを接觸させて電気的に接続し、圧電トランス1の出力電極41、42に出力電極用リードフレーム6の先端部分64a、64aを接觸させて電気的に接続している。また、図示していないが、これら電極34、35、41、42とリードフレーム6、7の電気的接続をより強めるために、各接続部分に導電性接合材(はんだ、導電性樹脂接着剤等)を塗布してもよい。

【0037】このように、積層型圧電トランス1をパッケージ基板5へ搭載することにより、インバータ基板への搭載が容易になると共に搭載時のハンドリングも容易になる。

40 【0038】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、中央駆動型の圧電トランスに対し、圧電体の長手方向の全長と駆動部の長さとの比を適切に設定している。これにより、構成が比較的簡素で且つ製作コストも低廉な中央駆動型の圧電トランスの高効率化と低発熱化とを図ることが可能となり、極めて実用性の高い圧電トランスを提供することができる。更に、圧電トランスの駆動部を積層構造にすれば、携帯型電子機器で用いられる入力電圧源として、特に、低電圧の入力電圧源であるバッテリーなどからでも冷陰極管等の放電管を高効率で駆動させ

することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態に係る圧電トランスを示す斜視図である。

【図2】駆動部の長さ寸法と効率との関係を示す図である。

【図3】駆動部の長さ寸法と発熱量との関係を示す図である。

【図4】第2実施形態に係る積層型圧電トランスの斜視図である。

【図5】図4におけるV-V線に沿った断面図である。

【図6】図4におけるVI-VI線に沿った断面図である。

【図7】積層型圧電トランスをパッケージ基板に搭載する前の斜視図である。

【図8】積層型圧電トランスをパッケージ基板に搭載した状態を示す平面図である。

【図9】図8におけるIX矢視図である。

【図10】図8におけるX-X線に沿った断面図である。

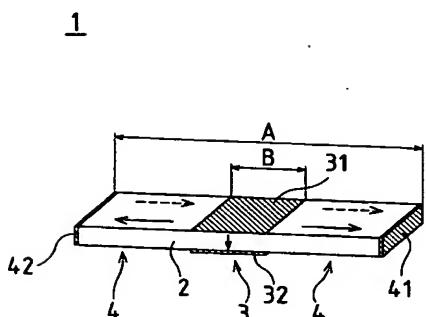
【図11】ローゼン型圧電トランスの外観を示す斜視図である。

【図12】圧電トランスの波長モードを説明するための図である。

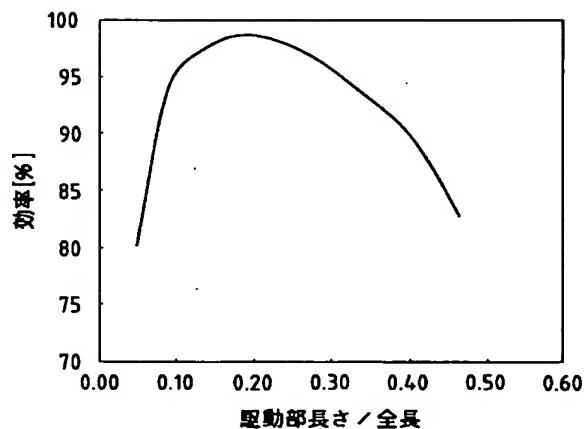
【符号の説明】

1	圧電トランス
2	圧電体
3	駆動部
10	
31, 32	入力電極
33	内部電極
34, 35	外部電極
4	発電部
41, 42	出力電極
6, 7	リードフレーム (リード手段)

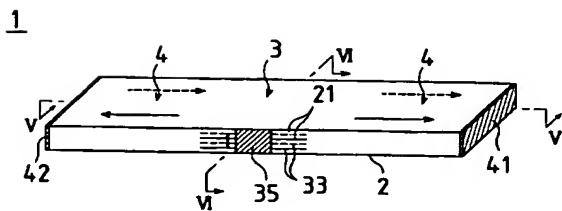
【図1】



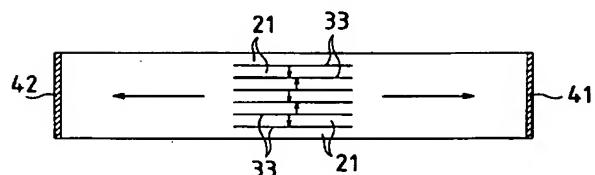
【図2】



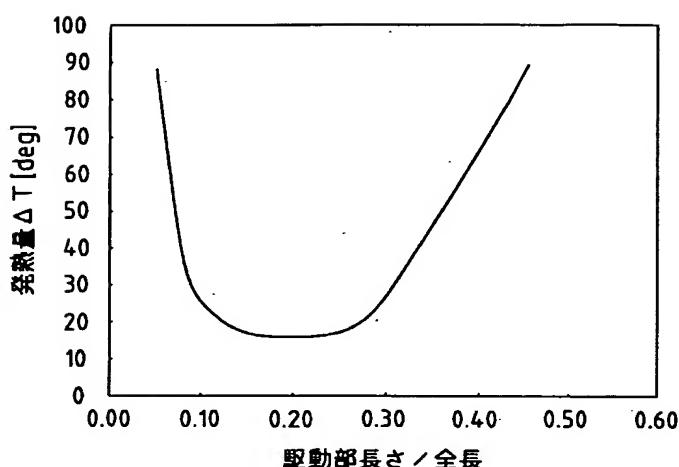
【図4】



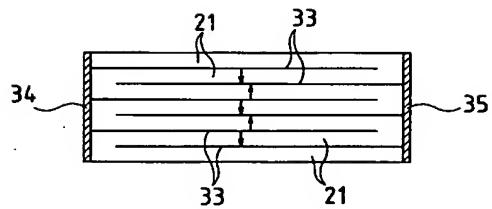
【図5】



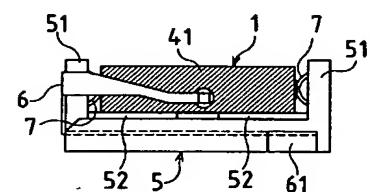
【図3】



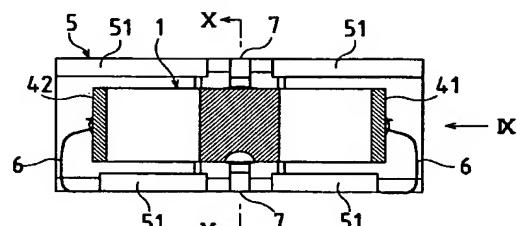
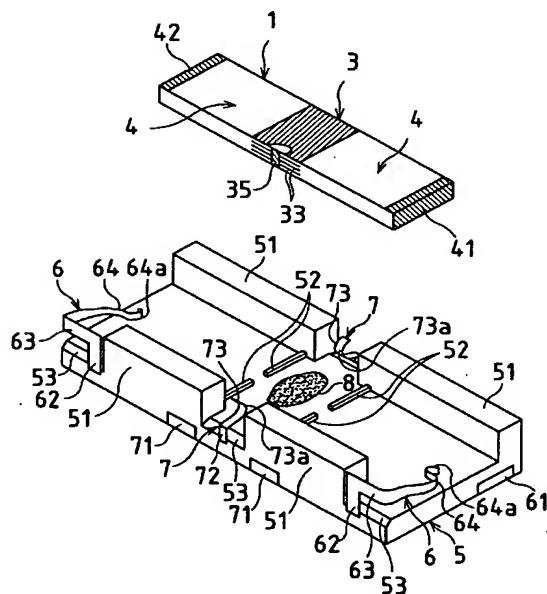
【図6】



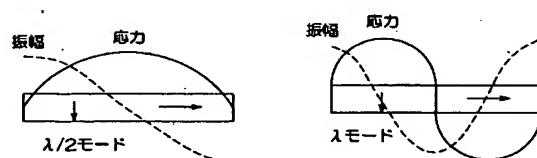
【図9】



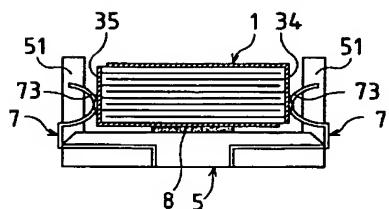
【図7】



【図12】



【図10】



【図11】

